

Московская предпрофессиональная олимпиада
Отборочный тур 2017/2018, физика, 11 класс
Вариант 1

Задача 1. Из точки, находящейся на поверхности Земли, выстреливаются по всем направлениям с одинаковыми скоростями тарелочки для стрельбы по мишеням. Тарелочка, летящая вертикально, достигает максимальной высоты 10 м. На каком максимальном расстоянии от точки запуска могут упасть тарелочки? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответы укажите в метрах, округлив до десятых.

Ответ: 20,0.

Задача 2. Сразу после расстыковки космический корабль «Союз» ($m = 7$ т) движется со скоростью $u = 2$ м/с относительно станции «Салют» ($M = 7$ т). Скорость u направлена по или против скорости станции до расстыковки. Определить величину изменения скорости станции «Салют» за время расстыковки, считая его малым. Ответ укажите в м/с, округлив до сотых.

Ответ: 0,56

Задача 3. В цилиндре над поршнем при атмосферном давлении находится 1 моль водяного пара. В результате изобарного сжатия объём пара уменьшился в 4 раза, а абсолютная температура уменьшилась в 2 раза. Определите плотность пара в начальном состоянии. Ответ укажите в кг/м^3 соответственно, округлив до сотых.

Ответ: 0,29;

Задача 4. В цепи, изображённой на рисунке, заряд конденсатора при разомкнутом ключе К равен $q_1 = 1,2$ мкКл. Какой заряд установился на конденсаторе после замыкания ключа? Ответ укажите в мкКл, округлив до десятых.

Ответ: 1,6.

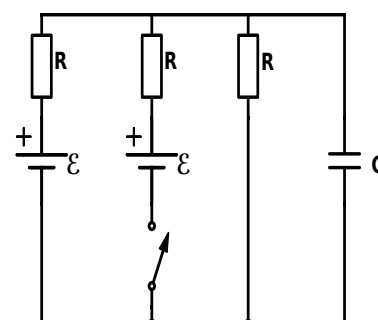


Рис. к задаче 4.

Задача 5. В схеме, изображённой на рисунке, сопротивления резисторов одинаковы и равны $R = 200$ Ом, сопротивление вольтметра $R_V = 1$ кОм. Определите ЭДС источника, если вольтметр показывает напряжение $V = 100$ В. Ответ укажите в вольтах, округлив до целого числа.

Ответ: 170.

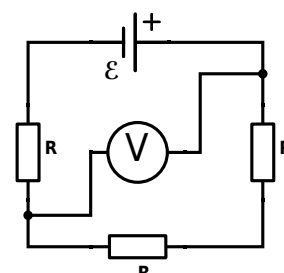


Рис. к задаче 5.

Московская предпрофессиональная олимпиада
Отборочный тур 2017/2018, физика, 11 класс
Вариант 2

Задача 1. Из точки, находящейся на поверхности Земли, выстреливаются по всем направлениям с одинаковыми скоростями тарелочки для стрельбы по мишеням. Наибольшее расстояние, на которое смогли улететь тарелочки 10 м. Найдите максимальную высоту полета тарелочек. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответы укажите в метрах, округлив до десятых.

Ответ: 5,0.

Задача 2. Сразу после расстыковки космический корабль «Союз» ($m = 6$ т) движется со скоростью $u = 2$ м/с относительно станции «Салют» ($M = 23$ т). Скорость u направлена по или против скорости станции до расстыковки. Определить величину изменения скорости станции «Салют» за время расстыковки, считая его малым. Ответ укажите в м/с, округлив до сотых.

Ответ: 0,42.

Задача 3. В цилиндре над поршнем при атмосферном давлении находится 1 моль водяного пара. В результате изобарного сжатия объём пара уменьшился в 3 раза, а абсолютная температура уменьшилась в 1,5 раза. Определите плотность пара в начальном состоянии. Ответ укажите в кг/м^3 соответственно, округлив до сотых.

Ответ: 0,39;

Задача 4. В цепи, изображённой на рисунке, заряд конденсатора при замкнутом ключе К равен $q_1 = 2,0$ мкКл. Какой заряд установился на конденсаторе после размыкания ключа? Ответ укажите в мкКл, округлив до десятых.

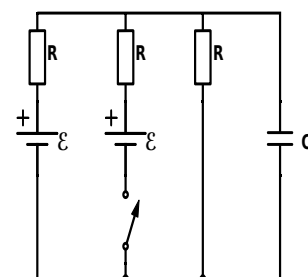


Рис. к задаче 4.

Задача 5. В схеме, изображённой на рисунке, сопротивления резисторов одинаковы и равны $R = 200$ Ом, сопротивление вольтметра $R_V = 1$ кОм. Определите показания вольтметра, если ЭДС источника 204 В. Ответ укажите в вольтах, округлив до целого числа.

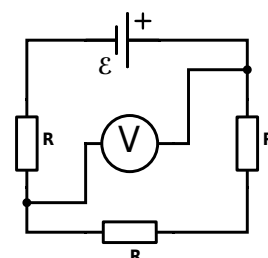


Рис. к задаче 5.

Ответ: 120.

Московская предпрофессиональная олимпиада
Отборочный тур 2017/2018, физика, 11 класс
Возможные решения

Приведены условия и решения варианта 1. Решения варианта 2 полностью идентичны.

Задача 1. Из точки, находящейся на поверхности Земли, выстреливаются по всем направлениям с одинаковыми скоростями тарелочки для стрельбы по мишеням. Тарелочка, летящая вертикально, достигает максимальной высоты 10 м. На каком максимальном расстоянии от точки запуска могут упасть тарелочки? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответы укажите в метрах, округлив до десятых.

Возможное решение.

Максимальная высота полета $h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$. Из уравнений кинематики нетрудно получить выражения для высоты полета $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = h_{max} \sin^2 \alpha$ и дальности полета $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = 2h_{max} \sin 2\alpha$. Максимум расстояния достигается при $\alpha = 45^\circ$

Ответ: В1) 20,0; В2) 5,0.

Задача 2. Сразу после расстыковки космический корабль «Союз» ($m = 7$ т) движется со скоростью $u = 2$ м/с относительно станции «Салют» ($M = 7$ т). Скорость u направлена по или против скорости станции до расстыковки. Определить величину изменения скорости станции «Салют» за время расстыковки, считая его малым. Ответ укажите в м/с, округлив до сотых.

Запишем закон сохранения импульса:

$$(m + M)v = M(v + \Delta v) + m(v + \Delta v - u)$$

Откуда

$$(m + M)\Delta v = m u$$
$$\Delta v = \frac{m}{m + M} u$$

Ответ: В1) 1,0; В2) 0,41.

Задача 3. В цилиндре над поршнем при атмосферном давлении находится 1 моль водяного пара. В результате изобарного сжатия объём пара уменьшился в 4 раза, а абсолютная температура уменьшилась в 2 раза. Определите плотность пара в начальном состоянии.

Ответ укажите в кг/м³ соответственно, округлив до сотых.

Возможное решение.

Запишем уравнение состояния идеального газа в начальный и конечный моменты времени:

$$\begin{cases} p_0 V = \nu_0 R T \\ p_0 \frac{V}{4} = \nu_1 R \frac{T}{2} \end{cases}$$

Откуда $\nu_1 = \frac{\nu_0}{2}$, соответственно скопилось $\Delta \nu = \nu_0 - \nu_1 = \frac{\nu_0}{2} = 0,5$ моль пара, что эквивалентно 9 г воды (молярная масса воды 18 г/моль).

Т.к. в конце процесса образовалась смесь пара и жидкости, то $T/2 = 373$.

$$p_0 V = \frac{m}{\mu} R T, \quad p_0 = \frac{\rho}{\mu} R T, \quad \rho = \frac{\mu p_0}{R T} = 0,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: В1) 0,29; В2) 0,39

Задача 4. В цепи, изображённой на рисунке, заряд конденсатора при разомкнутом ключе К равен $q_1 = 1,2$ мкКл. Какой заряд установился на конденсаторе после замыкания ключа? Ответ укажите в мкКл, округлив до десятых.

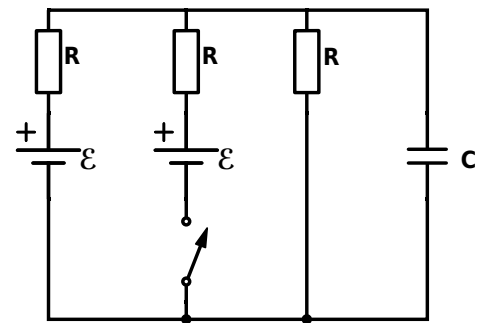


Рис. к задаче 4.

Возможное решение.

До замыкания:

$$\begin{cases} \varepsilon - I_1 R = I_1 R \\ \frac{q_1}{C} = I_1 R \end{cases}$$

$$q_1 = C I_1 R = \frac{C \varepsilon}{2}$$

После замыкания:

$$\begin{cases} \varepsilon - \frac{I_2}{2} R = I_2 R \\ \frac{q_2}{C} = I_2 R \end{cases}$$

$$q_2 = C I_2 R = \frac{2 C \varepsilon}{3} = \frac{4}{3} q_1 = 1,6 \text{ мкКл}$$

Ответ: В1) 1,6; В2) 1,5.

Задача 5. В схеме, изображённой на рисунке, сопротивления резисторов одинаковы и равны $R = 200$ Ом, сопротивление вольтметра $R_V = 1$ кОм. Определите ЭДС

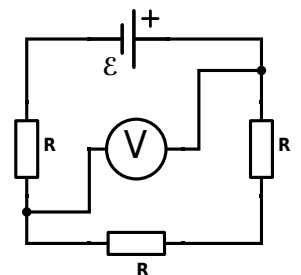


Рис. к задаче 5.

источника, если вольтметр показывает напряжение $V = 100$ В. Ответ укажите в вольтах, округлив до целого числа.

Возможное решение.

$$I_V R_V = V = I_{2R} 2R$$

$$\begin{aligned} I &= I_V + I_{2R} \\ \mathcal{E} &= IR + V = (I_V + I_{2R})R + V = \left(I_V + \frac{I_V R_V}{2R}\right)R + V = I_V \left(1 + \frac{R_V}{2R}\right)R + V \\ &= \frac{V}{R_V} \left(1 + \frac{R_V}{2R}\right)R + V = V \left(\frac{R}{R_V} + \frac{1}{2} + 1\right) = 1,7V = 170 \text{ В.} \end{aligned}$$

Ответ: В1) 170; В2) 120.